

К.П. Рудницкая  
Научный руководитель: к.т.н., доцент Р.В. Шарапов  
*Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета*  
602264, Владимирская обл., г. Муром, ул. Орловская, д. 23  
E-mail: rudnitskayatina@mail.ru

### **Исследование методов снижения жесткости воды ионно-обменными смолами**

В данной научно-исследовательской работе рассматривается проблема жесткости питьевой воды природных источников, в частности колодцев села Казаково Вачского района Нижегородской области и решение этой проблемы с помощью методов снижения жесткости воды ионно-обменными смолами.

Жесткость воды характеризуется растворенными в ней солями кальция и магния. Обычно выделяют три вида воды: мягкую, средней жесткости и жесткую. Вода, в которой растворено большое количество солей кальция и магния, получила название жесткой. Мягкой водой считается вода с концентрацией ионов магния и кальция менее 4 ммоль/л ионов  $Mg^{2+}$  и  $Ca^{2+}$ . Различают временную (карбонатную) жесткость, характеризующуюся наличием в воде большого количества гидрокарбонатов кальция и магния ( $Ca(HCO_3)_2$ ,  $Mg(HCO_3)_2$ ) и постоянную (некарбонатную) жесткость, вызванную растворенными в ней другими солями, не осаждающихся при кипячении воды, в основном, сульфатов и хлоридов Ca и Mg ( $CaSO_4$ ,  $CaCl_2$ ,  $MgSO_4$ ,  $MgCl_2$ ).

Цель исследования заключается в определении жесткости воды до и после умягчения ее с помощью ионно-обменных смол и изучение методов снижения жесткости воды ионно-обменными смолами.

Основные методы ликвидации жесткости воды:

1) Термоумягчение – метод, основывающийся на кипячении воды, в результате которого термически нестойкие гидрокарбонаты магния и кальция разлагаются с выделением накипи.

2) Реагентное умягчение – метод, базирующийся на добавлении в воду кальцинированной соды  $Na_2CO_3$  или оксида кальция (II)  $Ca(OH)_2$ , при этом соли кальция и магния превращаются в нерастворимые соединения и, как следствие, выпадают в осадок.

3) Катионирование – метод, строящийся на основе промывания жесткой воды через ионообменную гранулированную смолу, которая при контакте с водой забирает катионы кальция и магния, а взамен отдаёт ионы натрия или водорода.

4) Обратный осмос – метод, организованный на прохождении воды через полупроницаемые мембраны, при этом с солями жесткости удаляется и большинство других растворимых солей.

5) Электродиализ – метод, в котором используется воздействие электрического тока на водный раствор, при этом соли кальция и магния остаются на электродах.

6) Дистилляция – метод, использующий перегонку, испарение жидкости с предыдущим охлаждением и конденсацией паров. Полностью очистить воду от солей жесткости можно только дистилляцией.

Ионообменные смолы — синтетические органические иониты — высокомолекулярные синтетические соединения с трехмерной гелиевой и макропористой структурой, которые имеют функциональные группы кислотной или основной природы, способные к реакциям ионного обмена.

Они имеют ряд преимуществ:

- 1) Низкие эксплуатационные расходы.
- 2) Требуют очень малого количества энергии.
- 3) Регенератором для смол служит серная кислота, являющаяся недорогим и доступным реагентом.

Были проведены экспериментальные исследования, которые показали, что практически все пробы воды содержат среднее количество ионов  $Ca^{2+}$  и  $Mg^{2+}$  и имеют умеренно-жесткую характеристику воды, проба № 3 – мягкую. Пробы воды подверглись очистке ионно-

обменными смолами, и их характеристика стала практически в 1,5-2,0 раза меньше, т.е. вода стала мягче.

Таким образом, в работе провели исследование жесткости воды и ионно-обменных смол, сделали опыты, показывающие действительное значение жесткости воды. По результатам опытов можно сказать, что ионообменные смолы действительно делают воду менее жесткой.

#### Литература:

1. ГОСТ 31865-2012 Вода. Единица жесткости
2. Ионообменные смолы [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://chemsystem.ru/catalog/579>.
3. Жесткость воды. Мягкая вода. Жесткая вода. Перевод единиц (градусов) жесткости воды. Нормы жесткости вод [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.dpva.ru/Guide/GuideTricks/WaterHardness/WaterHardnessOwv/>.